

## Ю. И. ДОЛАДОВ

кандидат технических наук, доцент кафедры городского строительства и хозяйства Самарский государственный архитектурно-строительный университет

## И.П.ДОЛАДОВА

доцент кафедры экономики и управления городского хозяйства Самарский государственный архитектурно-строительный университет

# РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОНИРОВАНИЯ МАССИВНЫХ ФУНДАМЕНТНЫХ ПЛИТ

## RESOURCE SAVING TECHNOLOGY OF POURING OF MASSIVE FOUNDATION SLAB

Статья посвящена технологии бетонирования массивных фундаментных плит в жилищно-гражданском строительстве, при которой обеспечивается равнопрочность по всему массиву плиты и сокращение ре-

**Ключевые слова:** монолитность бетона, интенсификация бетонирования, послойное бетонирование, ступенчатое бетонирование, подвижность бетонной смеси, продолжительность перекрытия слоев.

Здания и сооружения часто возводят на массивных фундаментных плитах, которые устраивают толщиной от 0,3 до 2,0 иногда и более метров. Плиты должны быть монолитными и равнопрочными по всему объему. Монолитность бетона в плите достигается непрерывной укладкой и тщательным уплотнением бетонной смеси. На некоторых строительных площадках непрерывность укладки понимают как ее скорость. Стараются укладывать бетонную смесь всеми доступными средствами: от одного конца плиты к другому одновременно и бетононасосами, и по схеме «кран-бадья», и по наклонным желобам. При этом формируется один или сразу несколько наклонных, в последующем смыкающихся слоев. В результате получается не провибрированная, не уплотненная по всему объему конструкция. Производители работ ссылаются на якобы существующие рекомендации, которые допускают применение наклонных слоев. Иногда в литературе встречаются упоминания о наклонных слоях в бетонировании массивных конструкций. Так, например, в 1975 г. в справочнике «Строительство мостов и труб» И.С. Файнштейн допускает укладку бетона в массивные конструкции наклонными слоями. Некоторые авторы возможность применения наклонных слоев ставят в зависимость от пластичности бетонной смеси и назначают предельные углы наклона таких слоев. Никаких серьезных обоснований при этом не приводят.

В институте «Оргэнергострой» в конце семидесятых годов прошлого столетия была тщательно проанализирована методика бетонирования массивных монолитных конструкций. Применение наклонных слоев отвергается [1]. Нигде в энергетическом строительстве - ни при бетонировании фундаментных плит под реакторные отделения атомных электростанций, ни при бетонировании фундаментных плит (плашек) под турбоагрегаты, ни при бетонировании блоков плотин ГЭС - наклонные

слои.

The article is devoted to massive foundation slab concrete pouring technology in civil housing construction. With this technology equal strength is provided at the whole mas-

**Key words:** concrete monolithic nature, intensity of pouring concrete process, gradation of pouring concrete process, movability of concrete mixture, layers overlapping length.

слои, приводящие к перерасходу материалов, не применяют. Плиты под жилые и общественные здания сопоставимы по размерам и объемам с плитами энергетических объектов. По методике института «Оргэнергострой» различают два способа бетонирования: послойный или ступенчатый.

При послойном бетонировании (рис. 1,а) его интенсивность определяют по формуле

$$U = \frac{K_n LBh}{\tau_n},$$

где  $U$  – необходимая интенсивность бетонирования, м<sup>3</sup>/ч;

$L$  – длина блока, м;

$B$  – ширина блока, м;

$h$  – толщина слоя, м;

$K_n$  – поправочный коэффициент, максимальная величина  $K_n=2$ ;

$\tau_n$  – допускаемое время перекрытия слоев, ч.

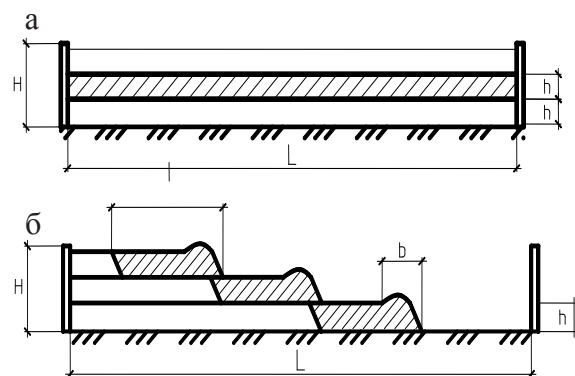


Рис. 1. Схемы непрерывного бетонирования: а – послойная; б – ступенчатая

При ступенчатом бетонировании интенсивность укладки определяют по формуле

$$U = \frac{K_{cm} B H L}{\tau_n},$$

где  $H$  – высота блока, м;

$l$  – ширина ступени, м;

$K_{cm} = 2 \div 3$ .

При послойном бетонировании бетонную смесь необходимо укладывать в следующий слой до начала схватывания смеси в нижнем, причем верхний слой должен быть провибрирован совместно с нижним с проникновением булавки вибратора в нижний слой на 5-10 см ниже границы их раздела.

Когда из-за недостаточной производительности бетонного завода или других технологических помех невозможно обеспечить своевременное перекрытие слоев послойной укладкой, используют ступенчатую укладку. Ее можно рассматривать как послойную, но только с ломаными слоями. *Ступень* – это полоса вдоль короткой стороны блока, ширина которой должна быть не менее 2 м, толщина – 0,4-0,5 м. Число ступеней может быть разным. Если ступени формируются из бетонной смеси с осадкой конуса 0-5 см (П-1), то из такой смеси можно сформировать краном не более трех ступеней. Границей каждой ступени в таком случае является уплотненный валик бетонной смеси  $v$  (рис.1,б).

При подаче более пластичной смеси бетононасосом сформировать этот валик практически невозможно.

При числе ступеней 5-6 их формируют сетчатой опалубкой. Пример последовательности формирования ступеней представлен на рис. 2.

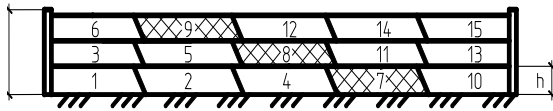


Рис. 2. Последовательность формирования ступеней

Для ритмичности производства работ размер ступеней должен быть таким, чтобы по длине блока не было дробных ступеней.

При послойном или ступенчатом бетонировании следует учитывать некоторые особенности, например:

- монолитность рабочих швов;
- подвижность бетонной смеси;
- укладку бетонной смеси по схеме «кранбадья» или бетононасосом и др.

Проблема монолитности рабочих швов связана с тем, что нормативные документы требуют, чтобы после вынужденной приостановки бетонирования

работы были возобновлены по достижении ранее уложенным бетоном прочности не менее 2,5 МПа. При этом должны быть выполнены все работы, предусмотренные при подготовке оснований к бетонированию: снята карбонатная пленка, бетонная поверхность зачищена до крупного заполнителя, промыта, при необходимости прогрета и т.д.

Однако исследования в Куйбышевском филиале института «Оргэнергострой» в конце 80-х гг. показали, что как бы хорошо ни был обработан рабочий шов, его прочность по отношению к монолиту составляет 50-60 % [2]. Это значит, что зимой в самые холодные месяцы эти швы будут раскрываться и трещина при увлажнении и попеременном замораживании и оттаивании будет распространяться глубже.

Во время работы следует учитывать, что подвижность бетонной смеси нижнего слоя к моменту перекрытия снизится (рис. 3).

Предельно допустимая продолжительность перекрытия слоев должна назначаться строительной лабораторией. При цементах с началом схватывания не менее 1 ч 30 мин допустимая продолжительность перекрытия слоев бетонной смеси может быть назначена в соответствии с данными табл.1.

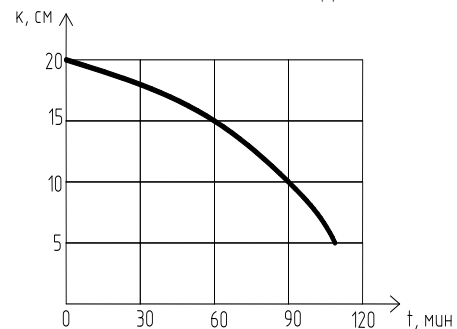


Рис. 3. Изменение подвижности бетонной смеси в зависимости от продолжительности схватывания ( $OK$  – осадка конуса,  $t$  – время)

Из таблицы видно, что с повышением температуры бетонной смеси возможности для маневров уменьшаются. Это надо учитывать при разработке проекта производства работ, в котором следует предусматривать несколько вариантов бетонирования или назначать граничные условия по времени и температуре для выполнения бетонных работ.

Производительность бетонного завода изменить нельзя, размеры плиты – тоже. Следовательно, требуемую интенсивность подачи бетонной смеси при условиях перекрытия слоев можно регулировать только толщиной слоя. При этом следует принимать в качестве граничных самые невыгодные условия.

Таблица 1

**Допустимая продолжительность перекрытия слоев бетонной смеси**

Температура бетонной смеси, °С	Предельно допустимый возраст бетонной смеси к началу укладки, ч-мин	Предельно допустимая продолжительность укладки слоя, ч-мин
5-10	1-20	3-00
10-15	1-15	2-30
15-20	0-45	2-15

Под интенсивность бетонирования подбирают бетоноукладочные средства. Тут возможны два варианта: укладывать бетонную смесь по схеме «кран-бадья» или бетононасосом. У каждого варианта имеются свои преимущества и недостатки.

По схеме «кран-бадья» можно быстрее получить более экономичную и прочную конструкцию. Краном подают более жесткую бетонную смесь даже с нулевой осадкой конуса. Для массивных конструкций лучше использовать жесткие показатели смеси. Но темп укладки краном зависит от его грузоподъемности, вместимости бадьи и размеров площади плиты. Если, например, укладывать смесь бадьей вместимостью 1 м<sup>3</sup>, то краном можно уложить не более 10 м<sup>3</sup> смеси в час. Четкая организация работы двумя кранами позволяет увеличить интенсивность бетонирования плиты.

У бетононасоса темп укладки бетонной смеси значительно выше. Бетононасос имеет техническую производительность 40-50 м<sup>3</sup>/ч. Но бетононасос подает бетонную смесь с большей, чем у крана, пластичностью, с осадкой конуса 8-15 см. Это связано с повышенным водоцементным отношением или введением пластифицирующих добавок. Пластичные смеси, по сравнению с жесткими менее экономичны, набирают прочность медленнее и дают в итоге меньшие прочностные показатели.

Таким образом, чтобы получить более экономичную плиту с монолитным бетоном, необходимо тщательно проработать проект производства работ, в котором следует обосновать выбор метода бетонирования, определить, исходя из возможностей завода, количество транспортных средств, выбрать бетоноукладочные средства, толщину слоя, время перекрытия слоев и т.п.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Руководство по производству бетонных работ [Текст]. – М.: Стройиздат, 1975. – 314 с.
2. Бельский, Б.С. Об увеличении сроков перекрытия бетонных слоев [Текст] / Б.С. Бельский, и др. // Энергетическое строительство. – 1981. - № 5. – С. 20-21.

© Доладов Ю.И., Доладова И.П., 2011